综述 Review Articles

中国中生代昆虫化石研究新进展

任 东

（首都师范大学生物系，北京 100037）

摘要：回顾了1990年以来中国中生代昆虫化石研究的新进展，简述了我国学者在古昆虫分类学、昆虫内部形态学、昆虫系统学、古生态学、昆虫生物地层学、昆虫区系的历史演变、生物古地理学、昆虫与植物的关系等8个方面取得的突出贡献，并给出了我国发现的世界最低层位昆虫科级类群表。

关键词：化石昆虫；中生代；中国

中图分类号：Q915.819.7 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2002）02-0234-07

Progress in the study of Mesozoic fossil insects during the last decade in China

REN Dong（Department of Biology，Capital Normal University，Beijing 100037，China；e-mail：rendongprof@yahoo.com.cn）

Abstract: During the last decade abundant Mesozoic fossil insects have been collected from China. More than 100 papers and monographs，most of them focused on taxonomy，have been published. In this paper the history，current status and some problems on the taxonomic researches of Mesozoic fossil insects are reviewed briefly. The important results achieved by the Chinese palaeoentomologists on biodiversity，internal morphology，phylogeny of Raphidioptera，biogeography，biostratigraphy，ecostratigraphy，co-evolution between pollinating insects and angiosperms are introduced. The table of the oldest insect families in the world found from China is given. The alimentary canal of fossil stick-insects from Liaoning Late Jurassic rocks are the first authenticated records of internal anatomy in Palaeoentomological history. It was in 1994 that the cladistic method was first used to study familial phylogeny of fossil and living snake-flies in China. The first non-marine ecostratigraphic research was made in dividing Late Mesozoic strata of Fengning，Hebei Province，and revealed a general pattern of basin evolution which appears in many other sections of Northeast China. The fossil anthophilous brachycera found from the Yixian Formation of Western Liaoning demonstrated that the flowers were in existence in Late Jurassic and represented by at least two different types of flowers. The East Asia，especially Northeast China，is one of the origin places of angiosperms.

Key words: fossil insects；Mesozoic；China

中国北方中生代陆相地层十分发育，其中所含的昆虫化石群是劳亚大陆种类最丰富、最著名的陆相生物群之一，在世界古昆虫研究中占有重要的地位。它代表昆虫发展的一个重要阶段，正处于早期代表绝灭、新生类型层出不穷的大转折时期。研究该期各种生境中昆虫群的组成、演化和时空分布规律，不仅在探索昆虫演化模式和现今地理分布格局的形成等方面有重要的理论意义，而且其结果对恢复古环境及提高地层划分和对比的精度和可信度也有重要的科学价值。1923年葛利普（W. A. Grabau）对山东省莱阳盆地早白垩世地层中的昆虫化石进行了首次研究，由此拉开了我国古昆虫学研究的帷幕。经过70余年的不懈努力，我国老一辈古昆虫学家洪友崇、林启彬等为中生代昆虫化石研究奠定了良好的基础。1990年以来，中国古昆虫学者在中生代昆虫化石研究方面又取得了一批令世

基金项目：国家自然科学基金（30025006，49832020，49972001）；北京市自然科学基金（5002013）

作者简介：任东，男，1963年3月生，河南沁阳人，研究员，从事古昆虫学研究，E-mail：rendongprof@yahoo.com.cn

收稿日期 Received：2002-02-10；接受日期 Accepted：2002-04-08

表1　我国发现的世界最低层位昆虫科级类群

Table 1　The oldest insect families in the world found from China

	目 Order	科 Family	代表属种 Species	产地 Locality	时代/层位 Age/Horizon
1	蜻蜓目 Odonata	Hemeroscopidae	*Hemeroscopus baissicus*	北京西山 Xishan，Beijing	早白垩世/卢尚坟组 Early Cretaceous/Lushangfen Fm.
2		Congqingiidae	*Congqingia rhora*	山东莱阳 Laiyang，Shandong	晚侏罗世/莱阳组 Late Jurassic/Laiyang Fm.
3		Aeshnidae	*Rudiaeschna limnobia*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
4		Corduliidae	*Mesocordulia boreala*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
5	直翅目 Orthoptera	Trgonidiidae	*Liaonemobius tanae*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
6	等翅目 Isoptera	Hodotermitidae	*Yongdingia opipara*	北京西山 Xishan，Beijing	早白垩世/卢尚坟组 Early Cretaceous/Lushangfen Fm.
7	异翅目 Heteroptera	Mesolygaeidae	*Mesolygaeus laiyangensis*	山东莱阳 Laiyang，Shandong	晚侏罗世/莱阳组 Late Jurassic/Laiyang Fm.
8	同翅目 Homoptera	Oviparosiphidae	*Sinoviparosiphum lini*	河北承德 Chengde，Hebei	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
9	竹节虫目 Phasmatodea	Hagiphasmatidae	*Hagiphasma paradoxa*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
10	革翅目 Dermoptera	Longicerciatidae	*Longicerciata mesozoica*	山东莱阳 Laiyang，Shandong	晚侏罗世/莱阳组 Late Jurassic/Laiyang Fm.
11	鞘翅目 Coleoptera	Liaoximordellidae	*Liaoximordella hongi*	辽宁凌源 Lingyuan，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
12		Endomychidae	*Palaeoendomychus gymnus*	山东莱阳 Laiyang，Shandong	晚侏罗世/莱阳组 Late Jurassic/Laiyang Fm.
13	长翅目 Mecoptera	Bittacidae	*Liaobittacus longantennatus*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	中侏罗世/海房沟组 Middle Jurassic/Haifanggou Fm.
14	蛇蛉目 Raphidioptera	Alloraphidiidae	*Caloraphidia glossophylla*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
15		Huaxiaraphidiidae	*Huaxiaraphidia shandongensis*	山东莱阳 Laiyang，Shandong	晚侏罗世/莱阳组 Late Jurassic/Laiyang Fm.
16	脉翅目 Neuroptera	Allopteridae	*Allopterus luianus*	山东莱阳 Laiyang，Shandong	晚侏罗世/莱阳组 Late Jurassic/Laiyang Fm.
17		Ascalaphidae	*Mesascalaphus yangi*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
18		Berothidae	*Oloberotha sinica*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
19		Myrmeleontidae	*Choromyrmeleon othneius*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
20	双翅目 Diptera	Tabanidae	*Palaepangonius eupterus*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
21		Nemestrinidae	*Protonemestrius jurassicus*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
22		Eremochaetidae	*Alleremonomus xingi*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
23		Protapioceridae	*Protapiocera megista*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
24		Protempididae	*Protempis minuta*	辽宁北票 Beipiao，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
25	膜翅目 Hymenoptera	Xyelotomidae	*Liaotoma linearis*	辽宁凌源 Lingyuan，Liaoning	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
26		Aulacidae	*Manlaya flexuosus*	河北承德 Chengde，Hebei	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
27		Praeichneumonidae	*Scolichneumon rectivenius*	河北承德 Chengde，Hebei	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.
28		Serphidae	*Chengdeserphus petidatus*	河北承德 Chengde，Hebei	晚侏罗世/义县组 Late Jurassic/Yixian Fm.

人瞩目的成果，在国际古昆虫学研究中占有重要地位。

1 古昆虫分类学研究

十年来先后在北京（洪友崇，任东，1992；任东，1995；黄迪颖，1997，1999）、辽宁（任东，1994a，1994b，1994c，1995，1996a，1996b，1996c，1997a，1997b，1998a，1998b，1998c；任东等，1996，1999；王文利，1993；张俊峰，1999；张海春，2001；Ren and Oswald，2002）、河北（任东，1995；洪友崇，1992）、内蒙古（任东，朱会忠，1996；Krzeminski and Ren，2001；任东，尹继才，2002a）、山东（杨集昆，洪友崇，1990；张俊峰，1991a，1991b，1992a，1992b，1992c，1992d，1993，1994；洪友崇，1990）、吉林（张海春，1997b）、新疆（张海春，1997a，1997b，1997c）等地发现了一大批新的昆虫化石，已研究的昆虫化石涉及15个目，122个科，其中建立新科11个（Hagiphasmatidae，Protapioceridae，Grammolingiidae，Asiochaoboridae，Paratendipedidae，Sinotendipedidae，Longicerciatidae，Congqingiidae，Allopteridae，Liaoximordellidae，Mesolygaeidae），新属190个，新种360个。共有13个目的28个科级单元在世界上是最低层位（表1），15个目的62个科级单元化石在我国是首次发现，竹节虫目（Phasmatodea）化石在我国是首次发现。研究结果表明我国北方在中生代是昆虫的重要起源与演化中心之一。之后这些原始类群随着泛大陆的裂解扩散到世界各地，形成现在的分布格局。在分类工作中，由于化石保存的原因，一些属种的特征性状尚存有疑问，但随着化石的不断积累和研究工作的不断深入，使我们有可能对某些存有疑问的属种做进一步的厘定（任东，1995，1997c，2002a，2002b；张俊峰，2000；洪友崇，1998），由此将古昆虫分类学推向前进。

2 昆虫内部形态学研究

昆虫化石由于保存的特殊性，不可能对其内部器官进行解剖研究。所以内部器官的形态研究在古昆虫学中还是一个空白。

在研究竹节虫昆虫化石的过程中，任东（1997b）首次利用昆虫食物形成的印痕化石对昆虫的内部消化器官构造进行了研究。首次分辨出清晰的食道（oesophagus）、嗉囊（crop）、中肠（midgut）、后肠（hindgut）、直肠（rectalgut）。通过与现生竹节虫昆虫对比，尽管外部形态差异很大，但化石与现生种类的内部消化道器官形态却极为相似，说明内、外部器官的演化速度明显不同。

3 昆虫系统学研究

自1966年Hennig创立支序分类学（Phylogenetics）以来，现代昆虫系统发育研究取得了一系列的成果。但由于化石材料保存的局限性，分类特征难以全面观察，所以支序分类在古昆虫研究中应用难度很大。在昆虫高级阶元（科，总科）系统发育研究中，如不考虑化石绝灭单元在系统树中所占的位置，其结论显然是不全面的。但随着材料的不断积累与完善，支序分类学在古昆虫学研究中也取得了很好的效果。任东和洪友崇（1994）以蛇蛉目昆虫为突破口，在中国古昆虫学研究中首次根据Hennig的系统学理论，对现生和化石蛇蛉总共7个科级单元（Raphidiidae，Inocelliidae，Baissopteridae，Mesoraphidiidae，Huaixiaraphidiidae，Alloraphidiidae，Jilinoraphidiidae）进行了支序分析，证实Baissopteridae是较原始的类群，与其余6个科形成一个单系类群。这一结果已被同行普遍接受，并在昆虫分类学教科书中正式采用（任东，1999）。之后，又有张海春（2001）和Zhang（2001）等利用支序分类学对膜翅目和双翅目的部分属进行了系统学研究，从而使古昆虫学上升到系统演化的水平。

在现代昆虫系统发育研究中，特征性状的极性确定一直是困扰人们的难题之一，我们常用外群对比、个体发育等手段进行分析，而来自昆虫历史发展和化石序列的有关证据常被忽略。孰不知有关化石的证据往往与人们的个人经验和判断相去甚远，如果对化石证据不闻不问或视而不见，无疑会影响结论的正确性。在现生虻科中，距虻亚科翅前缘基鳞裸（王遵明，1983），但侏罗纪的距虻亚科翅前缘基鳞带有发育完好的毛（Ren，1998a），由此不难得出前缘基鳞带有发育完好的毛是一种原始祖征。这是用化石昆虫帮助确定特征性状极性的成功事例之一。

4 古生态学研究

陆相生态系统远较海相复杂，而以往国内外古生态学，尤其是生态地层学研究大多集中于海相地层中，陆相生态地层学研究极为薄弱，研究的具体

实例凤毛鳞角（任东，1996c）。原因之一在于除昆虫以外的陆生生物其生境大部分都是单一的。而昆虫生境广泛，从已采获和已研究的大量昆虫化石来看，几乎所有生境中生活的昆虫都已出现，除了大量的水生昆虫之外，生活在土壤、森林或草地、沼泽、高山等各种陆地环境中的昆虫也占有显著的地位，因此有理由认为昆虫化石所反映的环境信息是非单一的，通过对昆虫化石群落的分析及其时空分布规律的研究，我们就可更加接近真实地恢复当时的地质环境。只有通过生物与环境的综合研究，才能对包括昆虫在内的生物群的兴起、演化、灭绝和复苏有一个全面的了解。但纵观国内外古昆虫研究工作，主要从化石个体的层次上进行描述和分类，从群落或整个生态系统的角度进行研究还不多见，昆虫的系统演化与古生态环境的演变结合的很不够，较少考虑到昆虫与伴生生物和生态环境相互作用、协同演化的关系，因此古昆虫在地质环境恢复中所应起的作用远没有体现出来。

任东等（1999）在河北丰宁中生代晚期地层研究中，首次将原热河昆虫群从纵向上划分为 *Ephemeropsis* 和 *Hebeicarabus-Glypta* 2 个群落序列，二者共包括有 2 个间隔带和 3 个群落带，它们分别代表了从洪积相向河流相演化，最后进入湖沼相这样一个完整的盆地发育演化系列。在横向上，对三个昆虫群落带又细分为水体、土壤、森林（草原）、高山四个生境型，这种划分结果使昆虫化石组合、群落演替与环境的恢复成为一个有机的整体，恢复和重建了燕辽地区中生代晚期的古环境，阐明了昆虫群落演替与地质环境变迁的内在联系，由此大大提高了陆相地层划分和对比的精度。

5　地层学研究

我国中生代陆相地层中煤、石油等沉积矿产极为丰富，但因构造和火山活动的双重影响，众多的山间盆地与内陆盆地彼此之间发育略有差异，虽然该区地层古生物的研究历史已愈 70 年，但其地层划分和对比长期以来一直存在许多悬而未决的问题，尤其是陆相侏罗－白垩系界限问题最为突出（任东，1995；季强，1999）。存在分歧的原因之一就是燕辽地区的生物群与欧洲的标准海相地层中的带化石无法直接对比，并且国际侏罗－白垩系界限无直接的同位素年龄，因此惟一可信的方法是进行生物地层对比。但是除昆虫之外的陆生生物迁移能力均较弱，欧洲标准海相地层区的生物区系与东亚大陆地同期生物区系并不相同，往往是不同区系、不同生境中的化石进行互相对比或相互引证，使对比失去了统一的标准（这个标准就是与海相化石层的关系），由此造成了极大的混乱。

昆虫是陆生动物中最早能飞行的动物，在迁移上较其它生物更为有利，在洲际地层对比中起着十分重要的作用。特别是在海相化石鞭长莫及的陆相地层对比中它更起着其它门类化石无法比拟的作用。任东（1995，1996，1997）和张俊峰等（1999）根据与国外相当地层中昆虫化石的对比研究，尤其是著名的德国索伦霍芬晚侏罗世地层中许多代表性昆虫（*Kalligramma*，*Protonemestrius*，*Aboilus*，*Karatavoblatta*，*Aeschnidium* 等）在我国义县组中的发现，初步确立了热河生物群的主体生存时代为晚侏罗世，J-K 界线应从九佛堂组内部通过，即九佛堂组为穿时地层单位。该结论已被地学界同行普遍接受（罗清华等，1999；蒋福兴等，2000；Gao，2001；Sun，1998）。

6　昆虫区系的历史演变

昆虫自泥盆纪首次出现以来已有近 4 亿年的演化历史，现代昆虫区系的分布格局只不过是昆虫漫长发展过程的一个横断面。事实上昆虫区系的形成和演变随着昆虫本身的进化、泛大陆的解体和海陆变迁也处于不断变化之中。经过不懈的努力，我国古昆虫学者已初步恢复了中国北方中生代时期的昆虫区系演化历史，从老到新建立了 8 个昆虫群：三叠纪中期的陕西昆虫群、三叠纪晚期的燕吉昆虫群、侏罗纪早期的北票昆虫群、侏罗纪中期的燕辽昆虫群及后城昆虫群、侏罗纪晚期的热河昆虫群、白垩纪早期的卢尚坟昆虫群及夏庄昆虫群（洪友崇，1998；任东，1995，1996）。其中燕辽昆虫群和热河昆虫群研究程度较其它昆虫群更为详细，也是今后相当长的一段时期内我国学者研究的重点之一。这些历史时期昆虫群的建立将有助于我们更好地了解现代昆虫区系的形成和演变趋势。

7　生物古地理学研究

利用中生代晚期一些昆虫的古地理分布资料证实了当时泛大陆存在的真实性。如古蜓科（Aeschnidiidae）的种类在晚侏罗世－早白垩世广泛存在于美洲、亚洲、非洲、澳大利亚、欧洲，说明这

些现今远隔重洋的大陆在当时曾经有过密切的联系（任东，1996）。另从现在全球分布的一些昆虫类群（如长翅目的蚊蝎蛉科），其最老的化石均发现于欧亚大陆和我国的东北中侏罗世地层中，因此这些化石不仅说明了欧亚大陆东部是该类昆虫的重要起源中心，同时对泛大陆解体的最后时限的确定也提供了证据，即欧亚大陆与冈瓦那大陆分离的时限在中侏罗与晚侏罗世之间，不能早于中侏罗世（任东，1993，1996）。

8　昆虫与植物的关系研究

昆虫与植物的关系是古生态学中另一个重要的课题，这其中喜花昆虫与被子植物（有花植物）的起源和协同演化是古生物学中一个研究热点。Ren（1998c）利用确凿的喜花昆虫化石，从昆虫的角度，证明了被子植物在侏罗纪已经出现，从而对被子植物最早出现于何时何地这一重大理论问题给出了令人信服的回答

被子植物（或称有花植物）是现今植物界最高级、最繁茂和分布最广的一个类群。有关被子植物起源问题的研究已进行了一百余年，至今仍是一个未解之谜。其原因在于早期的被子植物数量较少，在沉积中很难保存，能提供的直接证据十分罕见。

喜花昆虫在被子植物的起源和早期演化上起着重要的作用，它们为研究被子植物起源提供了独特材料。喜花昆虫首次出现于早侏罗世，晚侏罗世是其演化发展的“大爆发”时期，它们对现生传粉昆虫的形成和演化起着承前启后的作用。Ren（1998a，1998b）在辽宁西部晚侏罗世义县组地层中采获了大量喜花昆虫化石，并对虻类化石进行了较全面的研究，在对化石进行功能形态分析和与现代类群作对比的基础上，证实了虻类是被子植物最原始的传粉类群之一。这类化石身体表面发育有细密的毛，有利于携带花粉。它们均发育有较长的取食花蜜的口器（喙）。口器可分为两类：一类是细长的口器，适于在长花管状的花朵中采集花蜜；另一类为短粗型口器，适于在开放型的花朵上采集花蜜。这些化石充分表明，在晚侏罗世被子植物不仅存在，并且已开始分化，至少有两种不同类型的花存在，一种为开放型的花，一种为长花管状的花。根据花粉和花蜜出现的顺序以及虻类化石本身较高的演化水平和多样性，可进一步推断喜花昆虫和被子植物出现的时间还略早于晚侏罗世。

根据喜花虻类在侏罗纪“爆发性”出现时的古地理分布资料，说明被子植物的起源地区与热河动物群的分布区域基本一致。东亚，特别是中国东北是被子植物的起源中心之一。

参　考　文　献（References）

Gao K Q，Shubin N H，2001. Late Jurassic salamanders from northern China. *Nature*，410：574－577.

Hong Y C，1998a. Present study condition of Chinese fossil aphids（Insecta，Homoptera）and its problems（I）：Summation of Chinese fossil aphids，emandation of aphid taxon and making of a new Chinese fossil aphid list. *Beijing Geology*，10（4）：9－18.［洪友崇，1998. 中国蚜虫化石的总结、分类修正与新化石名录汇成. 北京地质，10（4）：9－18］

Hong Y C，1998b. Establishment and evolutionary secessions of entomofaunas in the north of China. *Acta Geologica Sinica*，72（1）：1－10.［洪友崇，1998. 中国北方昆虫群的建立与演化序列. 地质学报，72（1）：1－10］

Hong Y C，1999. Present study condition of Chinese fossil aphids（Insecta，Homoptera）and its problems（II）：The problems of theoretical basic knowledge on the aphidobiology and developing order of aphid venation. *Beijing Geology*，11（1）：1－10.［洪友崇，1999. 中国蚜虫化石（昆虫纲）的研究现状和问题（II）. 北京地质，11（1）：1－10］

Hong Y C，Ren D，1992. Supplement characteristics of the family Mesolygaeidae. *Memoirs of Beijing Natural History Museum*，51：45－50.［洪友崇，任东，1992. 中椿科（Mesolygaeidae）的补充与修正. 北京自然博物馆研究报告，51：45－50］

Hong Y C，Wang W L，1990. Insects of laiyang formation. In：The Stratigraphy and Palaeontology of Laiyang Basin，Shangdong Province. Beijing：Geological Publishing House. 44－163.［洪友崇，王文利，1990. 莱阳组的昆虫化石. 见：山东莱阳盆地地层古生物. 44－163，地质出版社］

Hong Y C，Shang Z J，Wang J D，1992. A new middle Jurassic insect genus *Hebeicoleus* gen. nov.（Insecta：Coleoptera）of Chengde，Hebei Province. *Memoirs of Beijing Natural History Museum*，51：37－44.［洪友崇，尚中鉴，王家东，1992. 河北承德中侏罗世昆虫化石一个新属的发现. 北京自然博物馆研究报告，51：37－44］

Hong Y C，Wang Z B，Sun W J，1992. The stratigraphy and fossil insects of Zhongguan basin，Hebei Province. *Memoirs of Beijing Natural History Museum*，51：20－36.［洪友崇，王志彬，孙维君，1992. 河北中关盆地昆虫化石. 北京自然博物馆研究报告，51：20－36］

Huang D Y，Yang J，1999. Early Cretaceous fossil Mordellidae（Insecta，Coleoptera）from Western Beijing. *Acta Palaeontologica Sinica*，38（1）：125－132.［黄迪颖，杨俊，1999. 京西早白垩世花蚤化石（昆虫纲，鞘翅目）. 古生物学报，38（1）：125－132］

Huang D Y，Zhang H C，1997. Fossil Byrrhidae（Insecta，Coleoptera）from the Early Cretaceous of Western Beijing. *Journal of Nanjing University*（*Natural Sciences*），33（1）：562－570.［黄迪颖，张海春，1997. 京西早白垩世丸甲化石（昆虫纲，鞘翅目）. 南京

大学学报（自然科学版），33（1）：562 – 570］

Ji Q，Ji S，Ren D，Lu L W，1999. On the sequence and age of the proto-bird-bearing deposits in the Sihetun-Jianshangou area，Beipiao，western Liaoning Province. *Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology*，27：74 – 80.［季强，姬书安，任东，卢立伍，1999. 论辽西北票四合屯—尖山沟一带含原始鸟类地层的层序及时代. 地层古生物论文集，第 27 集，74 – 80］

Jiang F X，Chen J H，Cao M Z，2000. A discussion on the age of the feathered dinosaurs-bearing beds of Liaoning，China. *Acta Palaeontologica Sinica*，39（2）：307 – 311. ［蒋福兴，陈金华，曹美珍等，2000. 关于辽西孔子鸟层时代的讨论. 古生物学报，39（2）：307 – 311］

Krzeminski W，Ren D，2001. *Praemacrochile chinensis* sp. n. from the Middle Jurassic of China（Diptera：Tanyderidae）. *Polskie Pismo Entomologiczne*，70：127 – 129.

Lin Q B，1992. Late Triassic insects fauna from Toksun，Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sinica*，31（3）：313 – 335.［林启彬，1992. 新疆托克逊晚三叠世昆虫. 古生物学报，31（3）：313 – 335］

Lin Q B，1994a. The venation of the mature nymph wing pad of *Ephemeropsis trisetalis* Eichwald（Ephemeroptera：Hexagenitidae）. *Entomologia Sinica*，1（4）：289 – 296.

Lin Q B，1994b. Cretaceous insects of China. *Cretaceous Research*，15：305 – 316.

Lo C H，Chen P J，Tsou T Y，1999. Age of Sinosauropteryx and Confuciusornis. *Geochimica*，28（4）：405 – 409. ［罗清华，陈丕基，邹东羽，1999. 中华龙鸟与孔子鸟类的时代. 地球化学，28（4）：405 – 409］

Ren D，1994a. A new genera and species of Liassogomphidae（Insecta，Odonata）from the Late Jurassic of Liaoning Province，China. *Geoscience*，8（2）：354 – 358.

Ren D，1994b. A new discovery of snake-flies（Insecta）from the Late Jurassic of Beipao，Liaoning. *Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology*，25：131 – 140.［任东，1994. 辽宁北票晚侏罗世蛇蛉化石新发现. 地层古生物论文集，第 25 集，131 – 140］

Ren D，1994c，Discovery of fossil Bittacids in China. *Acta Geologica Sinica*，7（2）：219 – 224.

Ren D，1996a. Three new genus and species of dragonflies from Late Jurassic of Northeast China. *Entomol. Sinica*，3（2）：95 – 105.

Ren D，1996b. On the new fossil genera and species of Neuroptera from Late Jurassic of Northeast China. *Acta Zootaxonomica Sinica*，21（4）：461 – 480.

Ren D，1996c. Ecology of insect community from Early Cretaceous Jiufotang formation in Chifeng City，Inner Mongolia. *Geological Museum Study*，1：60 – 68.［任东，1996，赤峰大庙早白垩世昆虫群的生态分析. 地质博物馆研究，1：60 – 68］

Ren D，1997a. Studies on Late Jurassic scorpion-flies from Northeast China. *Acta Zootaxonomica Sinica*，22（1）：75 – 85.

Ren D，1997b. First record of fossil stick-insects from China（Phasmatodea：Hagiphasmatidae fam. nov.）with analyses of some paleobiological features. *Acta Zootaxonomica Sinica*，22（3）：321 – 335.

Ren D，1997c. Studies on the late Mesozoic snake-flies of China（Raphidioptera：Baissopterida，Mesoraphidiidae，Alloraphidiidae）. *Acta Zootaxonomica Sinica*，22（2）：172 – 188.

Ren D，1998a. Late Jurassic Brachycera from Northeast China（Insecta：Diptera）. *Acta Zootaxonomica Sinica*，23（1）：65 – 80.

Ren D，1998b. First record of fossil crickets from China. *Entomologia sinica*，5（2）：101 – 105.

Ren D，1998c. Flower-associated Brachycera flies as fossil evidences for Jurassic angiosperm origins. *Science*，280：85 – 88.

Ren D，1999. Raphidioptera. In：Zheng L，Gui H ed. Taxonomy of Insects. Nanjing：Nanjing Normal University Press. 530 – 540.［任东，1999. 蛇蛉目. 见：归鸿，郑乐怡 主编. 昆虫分类学. 南京：南京师范大学出版社. 530 – 540］

Ren D，Guo Z G，1995. A new genus and two new species of short-horned flies of Upper Jurassic from Northeast China（Diptera：Eremochaetidae）. *Entomologia Sinica*，2（4）：300 – 307.

Ren D，Hong Y C，1994. A cladistic study on the familial phylogeny of fossil and living Raphidioptera. *Bull. Chinese Acad. Geol. Sci.*，29：103 – 117.［任东，洪友崇，1994，现生和化石蛇蛉科的支序分类（昆虫纲：蛇蛉目）. 中国地质科学院院报，29：103 – 117］

Ren D，Hong Y C，1998. Origin of angiosperms based on the flower-loving brachycera fossils. *Acta Zootaxonomica Sinica*，23（2）：212 – 221.［任东，洪友崇，1998. 被子植物的起源 – 以喜花虻类化石为据. 动物分类学报，23（2）：212 – 221］

Ren D，Oswald J D，2002. A new genus of kalligrammatid lacewings from the Middle Jurassic of China（Neuroptera：Kalligrammatidae）. *Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde*，Ser. B（in press）

Ren D，Yin J C，1998a. New planthoppers and froghoppers from Late Jurassic of NE China. Acta Zootaxonomica Sinica，23（3）：281 – 288。

Ren D，Yin J C，1998b. Late Jurassic palaeonitinids from Hebei and Liaoning. *Entomologia Sinica*，5（3）：211 – 219.

Ren D，Yin J C，1998c. A brief introduction to the exhibition of fossil insects in the Geological Museum of China. *Entomological Knowledge*，35（2）：195 – 196. ［任东，尹继才，1998. 中国地质博物馆昆虫化石展览简介. 昆虫知识，35（2）：195 – 196］

Ren D，Yin J C，1999. Preliminary research on Late Mesozoic insect communities and ecostratigraphy of Fengning，Hebei Province. *Geological Science and Technology Information*，18（1）：39 – 44.［任东，尹继才，1999. 河北丰宁中生代晚期昆虫群落与生态地层的初步研究. 地质科技情报，18 卷（1）：39 – 44］

Ren D，Yin J C，2002a. A new middle Jurassic species of *Epiosmylus* from Inner Mongolia，China（Neuroptera：Osmylidae）. Acta Zootaxonomica Sinica，27（2）：125 – 129.［任东，尹继才，2002. 内蒙古自治区中侏罗世表翼蛉化石一新种（脉翅目，翼蛉科）. 动物分类学报，27（2）：125 – 129］

Ren D，Yin J C，2002b. A new genus and species of lacewings in the Jurassic of China（Neuroptera：Myrmeleotoidea）. *Acta Zootaxonomica Sinica*，27（2）：130 – 135.

Ren D，Zhu H Z，1996. New discovery of Early Cretaceous fossil insects from Chifeng City，Inner Mongolia. *Acta Geoscientia Sinica*，4：432 – 439.［任东，朱会忠，1996. 内蒙赤峰早白垩世昆虫化石新发现. 地球学报，4：432 – 439］

Ren D，Guo Z G，Lu L W，1997. A further contribution to the knowledge of the Upper Jurassic Yixian formation in western Liaoning. *Geological Re-*

view, 43 (5): 449 – 459.［任东，郭子光，卢立伍，1997，辽宁西部上侏罗统义县组研究新认识．地质论评，43 (5): 449 – 459］

Ren D, Jia Z P, Lu L W, 1996. Field Trip Guide to T217 Mesozoic Stratigraphy and Faunae in the Luanpnig-Chengde Region, Hebei Province. Beijing: Geological Publishing House. 1 – 108.

Ren D, Lu L W, Guo Z G, Ji S A, 1995. Faunae and Stratigraphy of Jurassic-Cretaceous in Beijing and the Adjacent Areas. Beijing: Seismic Publishing House. 1 – 222.［任东，卢立伍，郭子光，姬书安，1995．北京与邻区侏罗 – 白垩纪动物群及其地层．北京：地震出版社．1 – 222］

Ren D, Lu L W, Ji S A, Yin J C, 1996. Late Mesozoic fauna assemblages of Yanliao area, North China, and its paleoecological and paleogeographical significance. *Acta Geoscientia Sinica*, 17 (Suppl.): 148 – 154.［任东，卢立伍，姬书安，尹继才，1996．燕辽地区中生代晚期动物群及其古地理、古生态意义．地球学报，17卷(增刊): 148 – 154］

Sun G, Dilcher D L, Zheng S L, Zhou Z K, 1998. In search of the first flower: a Jurassic angiosperm, Archaefructus, from Northeast China. *Science*, 282: 1692 – 1695.

Wang W L, 1993. On Liaoximordellidae fam. nov. (Coleoptera, Insecta) from the Jurassic of western Liaoning Province, China. *Acta Geologica Sinica*, 67 (1): 86 – 94.［王文利，1993．辽西侏罗系鞘翅目辽西花蚤科的研究．地质学报，67 (1): 86 – 94］

Wang W L, Liu M W, 1996. A new species of *Notocupes* from the Cretaceous of Laiyangbasin, Shangdong Province. *Memoirs of Beijing Natural History* Museum, 55: 79 – 82.［王文利，刘明渭，1996．莱阳早白垩世地层中的一种长扁甲化石．北京自然博物馆研究报告，55: 79 – 82］

Wang Z M, 1983. Economic Insect Fauna of China. Fasc. 26. Diptera: Tabanidae. Beijing: Science Press. 11 – 12.［王遵明，1993．中国经济昆虫志，第26册，双翅目，虻科．北京：科学出版社．11 – 12］

Yang J K, Hong Y C, 1990. *Drakochrysa*, an Early Cretaceous new genus of Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) from Laiyang basin, Shandong Province. *Geoscience*, 4 (4): 15 – 26.［杨集昆，洪友崇，1990．山东莱阳盆地早白垩世草蛉化石一新属 – 龙草蛉属．现代地质，4 (4): 15 – 26］

Zhang H C, 1997a. A new genus of Elateridae (Insecta, Coleoptera) from Lower-Middle Jurassic of Junggar basin, Xinjiang, China. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 14 (1): 71 – 77.［张海春，1997．新疆准噶尔盆地侏罗纪叩头虫科（昆虫纲，鞘翅目）一新属．微体古生物学报，14 (1): 71 – 77］

Zhang H C, 1997b, Jurassic palaeontinids from Karamai, Xinjiang, with a discussion of Palaeontinidae (Homoptera: Palaeontinidae) in China. *Entomologia Sinica*, 4 (4): 312 – 323.

Zhang H C, 1997c, Mesozoic insects of Orthophlebiidae (Insecta, Mecoptera) from Junggar basin, Xinjiang, China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 35 (4): 442 – 454.

Zhang H, 1997d, Early cretaceous insects from the Dalazi formation of the Zhixin basin, Jilin Province, China. *Palaeoworld*, 7: 75 – 99.

Zhang H C, Zhang J F, Wei D T, 2001. Discovery of Trematothoracinae (Insecta) in the Upper Jurassic of W. Liaoning, China with a discussion of its phylogeny. *Acta Palaeontologica Sinica*, 40 (2): 224 – 228.［张海春，张俊峰，魏东涛，2001．陷胸茎蜂亚科（昆虫纲）化石在我国辽西上侏罗统的发现及其系统演化．古生物学报，40 (2): 224 – 228］

Zhang H C, Zhang J F, 2001. Proctotrupoid wasps (Insecta, Hymenoptera) from the Yixian formation of western Liaoning Province. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 18 (1): 11 – 28.

Zhang J F, 1991a. A new family of Neuroptera (Insecta) from the Late Mesozoic of Shangdong, China. *Science in China*, 34 (9): 1105 – 1111.

Zhang J F, 1991b. Going further into Late Mesozoic Mesolygaeids (Heteroptera, Insecta). *Acta Palaeontologica Sinica*, 30 (6): 679 – 704.［张俊峰，1991．中生代晚期中蝽类昆虫新探．古生物学报，30 (6): 679 – 704］

Zhang J F, 1992a. Descriptions of two new genera and two new species of Baissodidae from China (Sphecoidea, Hymenoptera). *Acta Entomologica Sinica*, 35 (4): 483 – 489.［张俊峰，1992．中国类拜萨蜂科二新属新种记述（膜翅目：泥蜂总科）．昆虫学报，35 (4): 483 – 489］

Zhang J F, 1992b. Two new genera and species of Heloridae (Hymenoptera) from Late Mesozoic of China. *Entomotaxonomia*, 14 (3): 222 – 228.［张俊峰，1992．中生代晚期柄腹细蜂科的两新属．昆虫分类学报，14 (3): 222 – 228.

Zhang J F, 1992c. Fossil Coleoptera from Laiyang, Shangdobg Province, China. *Acta Entomologica Sinica*, 35 (3): 331 – 338.［张俊峰，1992．山东莱阳鞘翅目化石．昆虫学报，35 (3): 331 – 338］

Zhang J F, 1992d. *Congqingia rhora* gen. nov., sp. nov., a new dragonfly from the Upper Jurassic of eastern China (Anisozygoptera: Congqingiidae fam. nov.). *Odonatologica*, 21 (3): 375 – 383.

Zhang J F, Zhang S, Li L Y, 1993. Mesozoic gadflies (Insecta: Diptera). *Acta Palaeontologica Sinica*, 32 (6): 662 – 672.

Zhang J F, 1994. Discovery of primitive fossil earwings (Insecta) from Late Jurassic of Laiyang, Shangdong and its significance. *Acta Palaeontologica Sinica*, 33 (2): 229 – 245.

Zhang J F, 1999. Restudies in aeschnidiids (Odonata, Insecta). *Palaeoworld*, 11: 150 – 174.

Zhang J F, 2000a. On discussion of fossil aphids within "Jehol Biota", China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 39 (1): 136 – 150.［张俊峰，2000．热河生物群蚜类昆虫的讨论．古生物学报，39 (1): 136 – 150］

Zhang J F, 2000b. On problems of classification and description in the genera and species of the Chinese aphids from Late Mesozoic. *Acta Palaeontologica Sinica*, 39 (4): 558 – 572.［张俊峰，2000．蚜类昆虫化石属种划分和描述中的问题．古生物学报，39 (4): 558 – 572］

Zhang Z J, Hong Y C, and Li Z Y, 2001. Description of a new fossil genus and species *Huaxiasciophilites jingxiensis* (Diptera: Mesosciophilidae) from Early Cretaceous Jingxi basin of Beijing, China. *Entomologia Sinica*, 8 (3): 193 – 198.